

## VÝUKA CHEMIE

### ŽIRAFÁ, aneb soutěž ŽIvot, RADost, FAntazie

**HANA ČÍDLOVÁ, ZUZANA MOKRÁ  
a BARBORA VALOVÁ**

*Katedra chemie Pedagogické fakulty Masarykovy univerzity, Poříčí 7, 603 00 Brno  
cidlova@ped.muni.cz, 78058@mail.muni.cz,  
128520@mail.muni.cz*

Došlo 30.3.09, přijato 24.6.09.

Klíčová slova: výuka, chemie, didaktika chemie, didaktický test, znalosti, srovnávací výzkum

### Úvod

Na konci září 2008 proběhla v Brně v rámci akce „Podzimní hrátky s vědou a vědci“ také soutěž ŽIRAFÁ (ŽIvot, RADost, FAntazie)<sup>1</sup>. Tato soutěž byla určena žákům druhého stupně základních škol. Zúčastnili se jí především žáci škol brněnských, ale i žáci některých škol z blízkého okolí Brna (např. Blansko). Žáci postupně na deseti stanovištích řešili úkoly z oborů biologie, fyzika, zeměpis, chemie a zemědělství.

Z každého oboru byla připravena dvě stanoviště s úkoly. Soutěžní družstva (pětičlenná) si školy sestavily samy ve vlastním zájmu tak, aby soutěžící pokud možná co nejlépe pokryli všech pět soutěžních disciplín.

Na jednom z chemických stanovišť žáci pod dohledem pedagogů řešili praktické laboratorní úlohy, na druhém zpracovávali didaktický test vytvořený zajímavou motivační formou. Zadání praktické úlohy i testu si žáci losovali ze tří verzí.

Tento článek rozebírá výsledky získané na stanovišti s didaktickým testem, přičemž je srovnává s výsledky získanými dodatečně od středoškolských a vysokoškolských studentů, upozorňuje na problematiku partie učiva a zamýšlí se nad možnými způsoby, jak přispět ke zlepšení situace.

### Experimentální část

#### Respondenti

Do srovnávacího výzkumu byly zapojeny 4 skupiny respondentů:

**ZŠ:** žáci 2. stupně základních škol a nižších ročníků víceletých gymnázií (s ohledem na to, že šlo o účastníky soutěže, byli vybráni žáci spíše starší a šikovnější) – celkem 210 žáků v 42 pětičlenných družstvech;

**SŠ:** studenti 3. a 4. ročníku středních škol (dvě čtyřletá gymnázia, jedna střední odborná škola – obor veterinární prevence) – celkem 58 studentů;

**VŠ1:** studenti tří českých vysokých škol (obory zaměřené na přípravu budoucích učitelů chemie na 2. stupni základních škol, čtyřletých gymnáziích a víceletých gymnáziích), celkem 102 studentů 1. ročníku bakalářského studia;

**VŠ5:** studenti tří českých vysokých škol (obory zaměřené na přípravu budoucích učitelů chemie na 2. stupni základních škol, čtyřletých gymnáziích a víceletých gymnáziích), 45 studentů navazujícího magisterského studia.

#### Provedení testování

Respondenti neměli o zaměření testových otázek dopředu žádné informace.

Test byl vypracován ve třech verzích, z nichž každá obsahovala celkem 10 otázek, doba řešení byla 10 minut. K dispozici respondentům byla periodická tabulka a kalkulačtor.

Žáci základních škol spolu směli komunikovat v předem dohodnutých pětičlenných skupinách, středoškoláci i vysokoškoláci pracovali zcela samostatně.

#### Forma testu

Každá ze tří verzí testu byla rozdělena na tři základní části. První část tvořila motivační doplňovačka (např. obr. 1), v druhé části byly teoretické otázky související s doplňovačkou. Třetí část byla obrázková a byla zaměřená na poznávání minerálů. Součástí zadání byla periodická tabulka se značkami chemických prvků, jejich českými



Obr. 1. Příklad formálního zpracování testových položek

názvy, protonovými čísly a molárními hmotnostmi. Odpovědi respondenti zapisovali do samostatných odpovědních archů. Přesné znění všech verzí testu je zveřejněno např. na webových stránkách katedry chemie PdF MU<sup>2</sup>, část Chemické didaktické hry (kvízy a soutěže).

### Obsah položek

S ohledem na prvotní cíl „testování“ (motivační, nikoli výzkumný) nemohly položky reprezentativním způsobem pokrývat učivo. Byly voleny tak, aby spadaly do určitého tématického okruhu a aby odpovědi počtem znaků vyhovovaly tvaru doplňovačky.

Po obsahové stránce bylo možné rozdělit otázky do následujících devíti skupin:

- 1. práce s periodickou tabulkou** (nalezení prvku v tabulce podle jeho protonového čísla, nalezení prvku v tabulce na základě znalosti skupiny a periody) – 6 položek,
- 2. chemické názvosloví** (oxidační číslo a názvoslovná zakončení kationtů kovů v oxidech a hydroxidech, vzorce základních anorganických kyselin a jejich solí; benzen, fenol, naftalen, aceton – vzorce a názvy) – 10 položek,
- 3. vybrané laboratorní metody** (destilace, filtrace, vysoušení, acidobazické indikátory) – 5 položek,
- 4. stavba atomu** (protony, neutrony, elektrony, prvek, nuklid) – 2 položky,
- 5. chemické reakce** (elektrolytická disociace HCl, vznik oxoniového kationtu, esterifikace) – 3 položky,
- 6. chemické výpočty** (výpočet molární hmotnosti látky na základě jejího chemického vzorce, výpočet hmotnostního zlomku prvku ve sloučenině) – 2 položky,
- 7. nerosty** (nejznámější alotropické modifikace uhlíku, přiřazení názvu minerálu a jeho chemického vzorce nebo zbarvení, rozpoznání nejznámějších anorganických krystalických látek – přiřazení mineralogických názvů a chemických vzorců z nabídky) – 12 položek,
- 8. chemie lidského těla** (koncentrace a význam HCl v žaludku) – 2 položky,
- 9. ostatní** (použití indiga, kovy a nekovy, cement, výskyt nejvýznamnějších biogenních prvků v živých soustavách – přiřazení dle nabídky) – 9 položek.

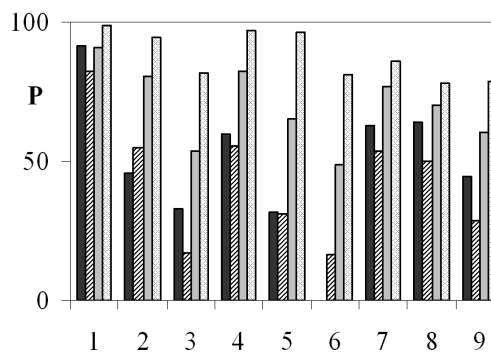
### Skórování

Bodování testu v soutěži bylo předurčeno pravidly soutěže ŽIRAFa a je uvedeno na webových stránkách katedry chemie PdF MU<sup>2</sup>, část Chemické didaktické hry (kvízy a soutěže).

Pro účely srovnávacího výzkumu diskutovaného v tomto článku bylo použito binární skórování. Hodnoceny byly i položky, které v původní soutěži bodovány nebyly (např. správné využití nápovědy k doplňovačce).

### Výsledky a diskuse

Výsledky testování podle jednotlivých tématických



Obr. 2. Srovnání výsledků všech čtyř skupin respondentů v jednotlivých tématických okruzích; P = procentuální zastoupení správných odpovědí. Čísla na vodorovné ose jsou rovna pořadovým číslům tématických okruhů položek dle kapitoly Obsah položek: 1 = práce s periodickou tabulkou, 2 = chemické názvosloví, 3 = vybrané laboratorní metody, 4 = stavba atomu, 5 = chemické reakce, 6 = chemické výpočty, 7 = nerosty, 8 = chemie lidského těla, 9 = ostatní. Výplň sloupců (skupiny respondentů): černá = ZŠ, pruhovaná = SŠ, šedá = VŠ1, tečkovaná = VŠ5 (viz Respondenti)

oblastí včetně srovnání výsledků dosažených všemi čtyřmi skupinami respondentů ukazuje obr. 2.

### Celkové srovnání skupin respondentů

Na obr. 2 je na první pohled zarážející skutečnost, že výsledky dosažené středoškoláky jsou ve většině případů horší než u žáků základní školy. Snad by se při odůvodnění tohoto zjištění dalo uvažovat kromě jiného i o vlivu obsahu učiva v kombinaci s motivací: mnozí žáci základních a pravděpodobně i středních škol se zřejmě chemii učí „převážně pro známku“. Protože testy byly vytvořeny tak, aby odpovídaly učivu základní školy, byli středoškoláci od tohoto učiva „dál“ a odpovídali proto hůře. Důvodem by teoreticky mohla být i opomíjená a přehlížená skutečnost, že výběr studentů pro středoškolské studium na základě jazykových a matematických znalostí a dovedností velmi znevýhodňuje žáky, kteří jsou nadaní pro studium jiných oborů (biologie, chemie, geografie, historie ...). Také mohlo mít vliv to, že základní školy do soutěže vybraly své nejlepší žáky, kteří navíc mohli spolupracovat v pětičlenné skupině, kdežto studenti středních a vysokých škol odpovídali jednotlivě. Podstatné zlepšení oproti žákům základní školy bylo patrné jen u chemických výpočtů. Tam zřejmě velkou roli hraje i vývoj schopnosti abstraktního myšlení respondentů, které se začíná rozvíjet teprve kolem 12. roku žáka. Na počátku vysokoškolského studia je rozvinutého formálního myšlení schopno jen cca 25 % studentů<sup>3</sup>.

Zajímavé je celkové srovnání skupin respondentů SŠ a VŠ1. Přestože po stránce obsahu probraného učiva by se tyto skupiny neměly významně lišit (test byl složen z učiva

8. a začátku 9. třídy základní školy; vysokoškoláci v prvním ročníku studia, přestože zaměřeni na studium chemie, v době administrace testu ještě neprošli prakticky žádným speciálním chemickým vzděláváním), dosáhla skupina VŠ1 podstatně lepších výsledků. Domníváme se, že to je způsobeno výběrem respondentů: na vysokou školu jsou přijímáni studenti nyní již většinou na základě „testu inteligence“ a dá se předpokládat, že alespoň část uchazečů skutečně má o obor zájem. Na skupinu VŠ1 tedy lze zjednodušeně nahlížet jako na vzorek šikovnějších a zainteresovanějších studentů vybraných ze skupiny SŠ.

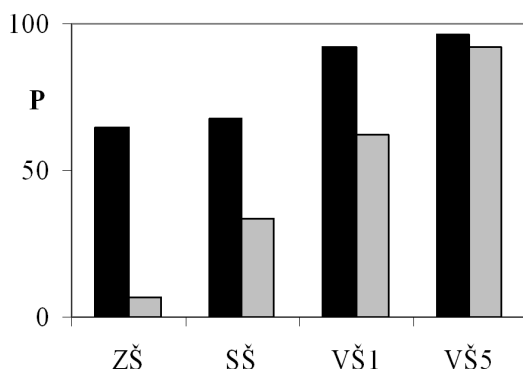
#### Rozbor vybraných skupin položek dle učiva

Charakterizace jednotlivých skupin položek je podaná v kapitole Obsah položek.

Z grafu (obr. 2) je zřejmé, že základní operace s periodickou tabulkou zvládá dobře většina respondentů. Na druhé straně je alarmující, že téměř 10 % vysokoškolských studentů učitelství chemie v prvním ročníku tyto základní a klíčové dovednosti neovládá (úspěšnost této skupiny byla prakticky stejná jako u žáků základní školy).

Pokud jde o výsledky v oblasti chemického názvosloví, výsledky sledují stupeň vzdělání žáků/studentů. Současně je z obr. 3 zřejmý stupeň ovládnutí chemického názvosloví dvou samostatně probíraných chemických disciplín (anorganická chemie, organická chemie). Žáci základní školy v době soutěže ještě názvosloví organické chemie neovládali téměř vůbec; v dalším studiu se znalost názvosloví v anorganické i organické chemii zlepšuje, přitom v organické chemii rychleji, takže na konci vysoké školy je prakticky dosaženo požadovaného efektu kvalitního zvládnutí obou částí názvosloví. Za zmínku stojí střední školy, kde názvosloví organické chemie na úrovni obsahu učiva 9. třídy základní školy<sup>4</sup> bylo zvládnuto jen zhruba na 30 %.

Výsledek týkající se chemických reakcí je obdobný jako v části týkající se stavby atomu. Zdá se, jako by základní škola naučila žáky relativně mnoho z těchto oblastí



Obr. 3. Srovnání odpovědí na položky týkající se chemického názvosloví pro sledované 4 skupiny respondentů; P = procentuální zastoupení správných odpovědí. Výplň sloupců: černá = anorganická chemie, šedá = organická chemie

Tabulka I

Srovnání výsledků dosažených při řešení úkolů na chemické výpočty

Skupina <sup>a</sup>	Procenta správných odpovědí [%]				
	ZŠ	SŠ	VŠ1	VŠ3	VŠ5/ VŠ5a
Soutěž Žirafa	0	16,7	54,4	–	89,3
Jiný výzkum <sup>5</sup>	0	24,7	–	61,9	78,3

<sup>a</sup> Skupiny ZŠ, SŠ, VŠ1 a VŠ5 viz kapitola Respondenti; VŠ3 = studenti dvou českých vysokých škol (obory zaměřené na přípravu budoucích učitelů chemie na 2. stupni základních škol, čtyřletých gymnáziích a víceletých gymnáziích) – celkem 42 studentů 2. a 3. ročníku bakalářského studia; VŠ5a = skupina charakterizovaná stejně jako VŠ5, jde však o jiné konkrétní respondenty a jinou konkrétní testovou položku<sup>5</sup> – 23 respondentů

a škola střední již znalost tohoto učiva nadále neprohlubovala. V oblastech Metody, Lidské tělo a Ostatní dokonce výsledky skupiny ZŠ byly podstatně lepší než skupiny SŠ.

V oblasti chemických výpočtů koresponduje zjištění (nulová úspěšnost u žáků základní školy a postupně rostoucí úspěšnost s postupujícím vzděláním, přičemž jednoduchý úkol vyžadující pouze znalosti na úrovni základní školy řeší vysokoškoláci na konci studia s úspěšností zdaleka nedosahující 100 %) s jinými výzkumnými výsledky (tab. I).

Podle autorek výsledky týkající se chemických výpočtů souvisejí se stupněm rozvinutí formálního myšlení, jak je diskutováno v kapitole Celkové srovnání skupin respondentů.

Trochu překvapením je nečekaně dobře vyřešená tématická oblast Nerosty u žáků základních škol a naopak malý vzestup úspěšnosti směrem ke studentům vysokých škol. Velkou úspěšnost žáků základních škol pravděpodobně lze odůvodnit konstrukcí položky: byla záměrně konstruovaná jako snadná, aby působila v soutěži jako motivační a povzbuzující prvek. U vysokoškoláků naopak nelze očekávat přílišné zvýšení úspěšnosti řešení, protože položka vyžaduje vysloveně pamětní reprodukci, která není cílem ani smyslem vzdělávání, a to navíc spíše z oblasti mineralogie než chemie.

#### Závěr

Práce srovnává výsledky žáků a studentů při řešení chemických úkolů konstruovaných pro začátek deváté třídy základní školy. Zastoupení učiva bylo rozhodujícím způsobem ovlivněno motivačním posláním soutěže. Respondentů bylo poměrně málo a jednotlivé skupiny se

lišily počtem respondentů. Výběr respondentů nebyl v rámci republiky reprezentativní a nebyl ani náhodný – byl omezen především ochotou škol spolupracovat. Možnost zobecnění výsledků na populaci je proto velmi omezená.

Přesto však lze říci, že výzkum potvrdil některá očekávatelná fakta (tendence ve stupni zvládnutí chemického názvosloví a chemických výpočtů, zejména nulové zvládnutí chemických výpočtů žáky základní školy). Dále se potvrdilo, že vhodně motivovaní žáci základních škol mohou mít podstatně lepší znalosti a lepší výsledky při testování než průměrní žáci středních škol.

Důležitým a smutným výsledkem výzkumu je skutečnost, že mnohé elementární úkoly, konstruované v souladu s učivem základní školy, zvládají téměř vystudovaní vysokoškolačtí-specialisté s úspěšností nižší než 80 %. Zjištěná fakta jsou v souladu s výsledky cca pětiletého výzkumu, jehož výsledky jsou publikovány v habilitační práci jedné z autorek<sup>5</sup>.

#### LITERATURA

1. *Podzimní hrátky s vědou a vědci aneb - ani věda není žádná věda* [online]. [cit. 2009-02-16]. Dostupné z World Wide Web: <[http://www.bkc.cz/festivalvedy\\_prihlaska.php](http://www.bkc.cz/festivalvedy_prihlaska.php)>.
2. *Katedra chemie : Pedagogická fakulta MU* [online]. [cit. 2009-02-16]. Dostupné z World Wide Web: <<http://www.ped.muni.cz/wchem/>>.
3. Bílek M.: *Psychogenetické aspekty didaktiky chemie*. 1. vyd. Gaudeamus, Hradec Králové 2001.
4. Beneš P., Pumpr V., Banýr J.: *Základy chemie 2 pro 2. stupeň základní školy, nižší ročníky víceletých gymnázií a střední školy*. 3. vyd., dotisk. Fortuna, Praha 2003.
5. Cídllová H.: *Habilitační práce*. Univerzita Karlova, Přírodovědecká fakulta, Praha 2006.

**H. Cídllová, Z. Mokrá, and B. Valová** (*Department of Chemistry, Faculty of Education, Masaryk University, Brno, Czech Republic*): **Pupil's Competition ŽIRAFKA**

In September 2009, the pupil's competition "ŽIRAFKA" took place in Brno. The competition was intended for pupils of at least 6th grade of primary schools. The pupils were dealing with the tasks from biology, chemistry, geography and agriculture. A chemistry standpoint involved a didactical test in a motivating form. The article compares the test results of primary school pupils with those of secondary school and university students. future teachers of chemistry.